# **EUROPEAN PATENT OFFICE**

# Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER

2000122725

PUBLICATION DATE

28-04-00

APPLICATION DATE APPLICATION NUMBER

19-10-98 10296984

APPLICANT: TOSHIBA CORP:

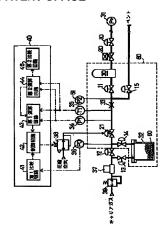
INVENTOR: EGUCHI KAZUHIRO:

INT CL

: G05D 7/06 B01J 7/00 C23C 16/455

H01L 21/31

TITLE : GAS SUPPLY CONTROLLER



ABSTRACT: PROBLEM TO BE SOLVED: To control the feeding volume of a material gas sublimated from a slid state source, to compensate a change in the effective cross-sectional area of a stop part at the time of controlling the feeding volume of the material gas and to control the feeding volume of the material gas passing the stop part at a subsonic flow.

> SOLUTION: A material gas sublimited from a solid state source 50 by a cylinder is supplied to a CVD device 30 through an orifice 33. The flow rate of the material gas passing the orifice 33 at a sonic velocity flow is calculated based on the upstream pressure P1 of the orifice 33 which is detected by an upstream pressure sensor 34 and the upstream temperature T1 of the orifice 33 which is detected by an upstream temperature sensor 35 and the flow rate of the material gas passing the orifice 33 at the sonic velocity flow is held at a set point by controlling the upstream pressure P1 by an upstream pressure control valve 21.

COPYRIGHT: (C)2000, JPO

#### (19)日本国特許庁 (JP)

# (12) 公開特許公報(A)

(11)特許出顧公開番号

特開2000-122725 (P2000-122725A)

(43)公開日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(51) Int.Cl.7		裁別記号	ΡΙ		テーマコード(参考 <b>)</b>
G05D	7/06		C 0 5 D 7/06	Z	4G068
B01J	7/00		B O 1 J 7/00	Z	4 K 0 3 0
C 2 3 C	16/455		C 2 3 C 16/44	D	5 F 0 4 5
H01L	21/31		H 0 1 L 21/31	F	5 H 3 O 7

審査請求 未請求 請求項の数14 〇L (全 13 頁)

		AL TERINA	Main markowii ol (E log)
(21)出職番号	特願平10-296984	(71) 出顧人	000106760
			シーケーディ株式会社
(22) 出顧日	平成10年10月19日(1998.10.19)		爱知県小牧市応時二丁目250番地
		(71)出職人	000003078
			株式会社東芝
			神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
		(72)発明者	須藤 良久
			東京都千代田区内神田3 「目6番3号 シ
			ーケーディ株式会社シーケーディ第二ビル
			内
		(74)代理人	10009/009
			弁理士 宮澤 孝 (外2名)
		1	

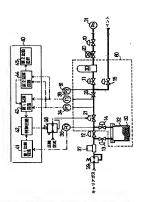
## 最終頁に続く

# (54) 【発明の名称】 ガス供給制御装置

#### (57)【要約】

【課題】 固体ソースから昇華させた材料ガスの供給量 を制御することができるガス供給制算装置を提供すること。また、材料ガスの供給量を制御する際において、效り 部の有効師面積の変化を補うことができるガス供給制 関装置を提供すること。また、終り部を亜音速流で逓過 する材料ガスの供給量を制御することができるガス供給 制算装置を提供すること。

【解決手段】 シリング32で固体ソース50から昇華させた材料ガスを、オリフィス33を介して、CVD核 第30に供給する。そして、上流圧力センサ34で検出されるオリフィス33の上流圧力P1と、上流温度センサ35で検出されるオリフィス33を音速流で通過する材料ガスの流量Qを算出し、また、オリフィス33の上流圧力P1を上流圧力制御バルブ21で調節することにより、オリフィス33を音速流で通過する材料ガスの流量Qを設定値に偏つ。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 材料ガスが育速流で一定量連続して通過する較り部と、前記級り部の上流圧力を調節する上流圧力制制がいプと、前記級り部の上流圧力を機力する上流圧力を地がりまった。 前記級の部の上流圧力を検出する上流度 度センサとを有し、前記材料ガスの供給時における前記 度センサとを有し、前記材が超過度とサウの各々の検出結果 と演出する一方、前記級り部を通過する前記上流圧力 しかりがで調節して、前記板り部を通過する前記材料 ガスの流量を設定値に保つことにより、前記材料ガスの状態を設定値に保つことにより、前記材料ガスの機量を設定値に保つことにより、前記材料ガスの機量を設定値に保つことにより、前記材料ガスの機量を設定値に保つことにより、前記材料ガスの機量を設定値に保つことにより、前記材料ガスの機を設定値がある方式供給制度を確において、

前記材料ガスは、固体ソースを昇華させたことにより発生したものであることを特徴とするガス供給制御装置。

【請求項 2】 材料ガスが管波流で一定量連続して通過する約9部と、前記較り部の上流圧力を判断する上流圧 力制御バルブと、前記級り部の上流圧力を検出する上流圧 圧力センサと、前記級り部の上流温度を検出する上流温 度センサとを有し、前記様列がスの供給時における前記 上流圧力センサと前記上流温度センサの各々の検出結果 に基づいて、前記級り部を通過する前記材料ガスの流量 を賃出する一方、前記級り部を通過する前記材料ガスの流量 初いブで調節して、前記級り部を通過する前記材料 ガスの流量を設定値に保つことにより、前記材料ガスの 供給量を制御するガス供給削減器において、

前記上流圧力制御バルブの全閉時における前記上流圧力 センサと前記上流温度センサの各々の検出結果に基づい て算出された前記較り部の有効断両積を使用することに よって、前記較り部を通過する前記材料ガスの流量を算 出することを特徴とするガス供給制脚装置。

【請求項3】 請求項2に記載するガス供給制御装置において、

前記材料ガスは、固体ソースを昇華させたことにより発生したものであることを特徴とするガス供給制御装置。 【請求項4】 請求項1又は請求項3に記載するガス供給 給制御装置において、

前記上流圧力制御バルブは圧縮空気で駆動するものであるとともに、前記上流圧力センサはビラニ真空計であることを特徴とするガス供給制御装置。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれか一つに 記載するガス供給制御装置において、

前記絞り部がノズルであることを特徴とするガス供給制 御装置。

【請求項6】 請求項5に記載するガス供給制御装置において。

前記ノズルのスロート部の下流に拡大管が組み付けられ ていることを特徴とするガス供給制御装置。

【請求項7】 請求項1乃至請求項4のいずれか一つに 記載するガス供給制御装置において、前記絞り部がオリ フィスであることを特徴とするガス供給制御装置。 【請求項8】 材料ガスの供給量を制御するガス供給制御装置において、

前記材料ガスが亜音連流で一定量連続して通過する絞り部と、

前記絞り部の上流圧力を調節する上流圧力制御バルブ

前記絞り部の下流圧力を調節する下流圧力制御バルブ

と、 前記絞り部の上流圧力を検出する上流圧力センサと、

前記絞り部の下流圧力を検出する下流圧力センサと、 前記絞り部の上流温度を検出する上流温度センサとを備

前記材料ガスの供給時における前記上流圧力センサと前 記下流圧力センサと前記上流温度センサの各々の検出結 果に基づいて、前記校り都を通過する前記材料ガスの流 量を算出する一方、前記校り部の上流圧力を前記上流圧 力制御いルプで到路するとともに前記校り部の下流圧力 を前記下流圧力制御がルプで測路するとによって、前 記紋り部を通過する前記材料ガスの流量を設定値に保つ ことにより、前記材料ガスの洗料を影響を設定値に保つ とにより、前記材料ガスの洗料産を制御することを特 彼とするガス供給削減差の

【請求項9】 請求項8に記載するガス供給制御装置において、

前記上流圧力制御パルブの全閉時における前記上流圧力 センサと前記上流温度センサの各々の検出結果に基づい て算出された前記絞り部の有効断面積を使用することに よって、前記絞り部を通過する前記材料ガスの流量を算 出することを特徴とするガス供給制御装置。

【請求項10】 請求項8又は請求項9に記載するガス 供給制御装置において、

前記材料ガスは、固体ソースを昇華させたことにより発 生したものであることを特徴とするガス供給制御装置。

【請求項11】 請求項10に記載するガス供給制御装置において、

前記上流圧力制御バルブは圧縮空気で駆動されるもので あるとともに、前記上流圧力センサはビラニ真空計であ ることを特徴とするガス供給制御装置。

【請求項12】 請求項8乃至請求項11のいずれか一つに記載するガス供給制御装置において、前記較り部が ノズルであることを特徴とするガス供給制御装置。

【請求項13】 請求項8乃至請求項11のいずれか一つに記載するガス供給制御装置において、前記較り部がオリフィスであることを特徴とすがス供給制御装置。 【請求項14】 請求項1乃至請求項13のいずれか一つに記載するガス供給制御装置において、前記材料ガス

は、CVD装置に供給されることを特徴とするガス供給 制御装置。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、絞り部の圧力流量

特性を利用したガス供給制御装置に関する。

【従来の技術】従来、半導体製造装置において、例えば、ウェーハ表面に消膜を形成させるCVD装置では、 湾腺材料を構成する元素からなる1種又は軟種の材料が、 太をウェーハ上に供給している。このとき、ウェーハ表 面に形成される薄膜を所望のものにするために、ウェー ハ上に供給される材料ガスを一定量連続して供給させる 必要がある。

【0003】そこで、CVD装置においては、ウェーハ 上に供給される材料ガスを一定量連続して供給させるガ ス供給制御装置が使用されている。かかるガス供給制御 装置には、例えば、特開平10-55218号公報に記 載された圧力式流量制御装置がある。特開平10-55 218号公報に記載された圧力式流量制御装置は、オリ フィスの下流側の圧力P。に対するオリフィスの上流側 の圧力P<sub>1</sub>の比P<sub>1</sub>/P<sub>2</sub>が約1.4より大きい場合に、 オリフィスを音速流で通過する材料ガスの流量Qcが、 Qc = K×S×P<sub>1</sub>

(但し、Kは定数、Sは最小流路面積)のベルヌーイの式で近似される、オリフィスの圧力流量特性を利用するものである。

#### [0005]

BNSDOGID: «IP

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、常温常 圧の下で固体の状態にある材料ガスをウェーハ上に供給 する場合には、特解10-55218号公報に記載さ れた圧力式流量制御装置では、対応することができない 問題があった。

【0006】なぜなら、このような場合には、固体ソースを気体の状態にする必要があり、かかる気体の状態を 維持するには、高温減圧に保たなければならないが、そ たを実現する設備がなかったからである。 さらに、気体 状態にある固体ソースが高温であると、高温に弱いコントロール弁や温度検出器(オリフィスの上流側の温度を 検出するもの)などを用いることができなかったからで ある。

【0007】また、材料ガスによっては、オリフィスの 流路が腐食されて増加したり、オリフィスの流路が目詰 まりして減少したりするので、上述した材料ガスの流量 Qcの算出式の最小流路面積5が変化する場合がある が、特開平10-55218号公報に記載された圧力式 流量制御装置では、上述した材料ガスの流量Qcの算出 式に対して、最小流路面積Sである有効断面積の変化を 補うことができない問題があった。

【0008】また、周辺装置の事情から、オリフィスを 適適する材料ガスを亜音速流にしなければならない場合 があるが、特開平10-55218号公網に記載された 圧力式流量制御装置では、オリフィスを通過する材料ガ スは音速流であることを前提としているので、オリフィ スである絞り部を亜音速流で通過する材料ガスの供給量 を制御することができない同胞があった。

【0009】そこで、本発明は、上述した問題点を解決 するためになされたものであり、固体ソースから昇華さ せた材料ガスの供給量を制御することができるガス供給 制御装置を提供することを目的とする。

【0010】また、材料ガスの供給量を制御する際において、絞り部の有効断面積の変化を補うことができるガス供給制御装置を提供することを目的とする。

【0011】また、絞り部を亜音速流で通過する材料が スの供給量を制御することができるガス供給制御装置を 提供することを目的とする。

## [0012]

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため に成された請求項1に係るガス供給制師装置は、材料が スが音速流で一度量建築して通過する終り部と、前記校 り部の上流圧力を調節する上流圧力制御パルプと、前記校 り部の上流圧力を視けする上流圧力センサと、前記校 対部の上流度を検出する上流圧力センサとを有し、前 記材料ガスの供給時における前記上流圧力センサと前記 上流温度センサの各々の検出結果に基づれて、前記校り 部を通過する前記材料ガスの潰者等出す。一方、前記 紋り部の上流圧力を前記上流圧力で可能した 減減度センサの各々の検出結果に基づれて、前記校り

て、前記較り部を通過する前記材料がスの流量を設定値 に保つことにより、前記材料がスの供給量を制御するが ス供給制御装置であって、前記材料がスは、固体ソース を昇華させたことにより発生したものであることを特徴 とする。

【0013】また、請求項2に係るガス供給制御装置

は、材料ガスが管理流で一定量連続して通過する終り部 と、前記終り部の上流圧力を調節する上流圧力制御パル ブと、前記終り部の上流圧力を検出する上流温度センサと を有し、前記終り部の上流温度を検出する上流温度センサと を有し、前記終り部の上流温度を検出する上流温度センサと が記述り部を通過する前記料ガスの流量を設出する一方、前記終り部を通過する前記料ガスの流量を貸出する一方、前記終り部を通過する前記材料ガスの流 型を設定値に保つことにより、前記材料ガスの供給量を 制御するガス保給削減差であって、前記上流圧力制御パルプ 動物するガス保給削減差であって、前記上流圧力制御別が

バルブの全閉時における前記上流圧力センサと前記上流

温度センサの各々の検出結果に基づいて算出された前記

絞り部の有効断面積を使用することによって、前記絞り 部を通過する前記材料ガスの流量を算出することを特徴 とする。

【0014】また、請求項3に係るガス供給制御装置は、請求項2に記載するガス供給制御装置であって、前 記料料ガスは、固体ソースを昇筆せたことにより発生したものであることを特徴とする。また、請求項4に截する状件給制御装置は、請求項1又は請求項3に記載するガス供給制御装置であって、前記上流圧力制御ゾルブは圧縮空気で駆動するものであるとともに、前記上流圧力センサはピラニ真空計であることを特徴とする。

【0015】また、請求項5に係るがス供給制酵装置は、請求項1万至請求項4のいるがカーつに記載するがス保給制卵装置であって、前記段り部がノズルであることを特徴とする。また、請求項6に係るがス供給制卵装置は、請求項5に総対するガス供給制御装置であって、前記ノズルのスロート部の下流に拡大管が組み付けられていることを特徴とする。

【0016】また、請求項7に係るガス供給制御装置は、請求項1乃至請求項4のいずれか一つに記載するガス供給制御装置であって、前記絞り部がオリフィスであることを特徴とする。

【0017】また、請求項8に係るガス供給制御装置 は、材料ガスの供給量を制御するガス供給制御装置であ って、前記材料ガスが亜音速流で一定量連続して通過す る絞り部と、前記絞り部の上流圧力を調節する上流圧力 制御バルブと、前記絞り部の下流圧力を調節する下流圧 力制御バルブと、前記絞り部の上流圧力を検出する上流 圧力センサと、前記絞り部の下流圧力を検出する下流圧 カセンサと、前記絞り部の上流温度を輸出する上流温度 センサとを備え、前記材料ガスの供給時における前記ト 流圧力センサと前記下流圧力センサと前記上流温度セン サの各々の検出結果に基づいて、前記絞り部を通過する 前記材料ガスの流量を算出する一方、前記絞り部の上流 圧力を前記上流圧力制御バルブで調節するとともに前記 絞り部の下流圧力を前記下流圧力制御バルブで調節する ことによって、前記絞り部を通過する前記材料ガスの流 量を設定値に保つことにより、前記材料ガスの供給量を 制御することを特徴とする。

[0018]また、請求項9に係るガス供給制算装置は、請求項8に記載するガス供給制算装置であって、前 記上流圧力制御バルブの全別時における前記上流圧力センサと前記上流温度センケの各々の検出結果に基づいて 算出された前記紋り部の有効断面積を使用することによって、前記紋り部を通過する前記材料ガスの流量を算出することを特徴とする。

【0019】また、請求項10に係るガス供給制制装置は、請求項8又は請求項9に記載するガス供給制削装置であって、前記材料ガスは、固体ソースを昇華させたことにより発生したものであることを特徴とする。また、

請求項11に係るガス供給制御装置は、請求項10に記 数するガス供給制御装置であって、前記上流圧力制御バ ルブは圧縮空気で駆動されるものであるとともに、前記 上流圧力センサはビラニ裏空計であることを特徴とす る。

【0020】また、請求項12に係るガス供給制御装置は、請求項8万至請求項11のいずれか一つに記載する ガス供給制御装置であって、前記役り部がノズルである ことを特徴とする。また、請求項13に係るガス供給制 御装置は、請求項8万至請求項11のいずれか一つに記 載するガス供給制御装置であって、前記役り部がオリフ スであることを特徴とする。

【0021】また、請求項14に係るガス供給制御装置は、請求項17至請求項13のいずれか一つに記載するガス供給制御装置であって、前記材料ガスは、CVD装置に供給約19まで、また、ことを特徴とする。

【0022】このような特定事項を有する本発明のガス 供給制博装置は、終り部の下流圧力P2に対する絞り部 の上流圧力P1の比P1/P2が一定値以上の場合に、 終り部を音速流で過過する材料ガスの流量Qが、

双り部で育選派で超過する材料が入り流載型が Q=KK×SS×P1×(273/T1)<sup>1/2</sup>

(但し、KKは定数、SSは絞り部の有効断面積、T1 は絞り部の上流温度)のベルヌーイの式で近似される、 絞り部の圧力流量特性を利用するものである。

[0023] 従って、村科ガスが音速流にあり、絞り部の下流圧力P2に対する絞り部の上流圧力P1の比P1 /P2が一定値以上におれば、上流圧力センサで検出される絞り部の上流圧力P1と、上流温度センサで検出される絞り部の上流温度す1とに基づいて、絞り部を音速流で通過する材料ガスの流量のを算出することができる。また、絞り部の上流圧力P1を上流圧力制御バルで調節することにより、絞り部を音速流で通過する材料

ガスの流量Qを設定値に保つことができる。 【0024】そして、固体ソースを昇華させることによって、気体の状態にある固体ソースの料料ガスを発生させることができる。よって、固体ソースから昇華され料料ガスを、独り部を介して、(例えば、CVD装置に)供給することができる。そして、上述したように、契り部を音速流で通過する材料ガスの流量Qを算出することができるとともに発痒値に保つことができるが。

【0025】また、本発明のガス供給制御装置は、上流 圧力制御弁を全関にした場合に、上流圧力制御弁から絞 り部までの容積Vの圧力が、PHからPLまでに降下す るのに要する時間もについて、

固体ソースから昇華させた材料ガスの供給量を制御する

ことが可能となる。

 $t = KK \times (V/SS) \times In (PH/PL) \times (273/T)^{1/2}$ 

(但し、KK は定数、SSは絞り部の有効断面積、T は前記Vの温度)で近似される、絞り部の圧力降下特性 を利用するものでもある。

【0026】従って、上流圧力制御弁から絞り部までの容積Vと、圧力PH、PLと、上流圧力制御弁を全閉にした場合に、上流圧力センサで検出される前記Vの圧力PH、PLに基づいて計測されるものであって、前記Vの圧力がPHからPLまでに降下するのに要する時間と、上流温度センサで検出される前記Vの温度Tとを作入することにより、現状の飲り部の有効所面積SSを実出することができる。そして、このように算出された現状の絞り部の有効所面積SSは、絞り部を音速流で過過せる以前の有効が重積である。そして、このように算出された現状の絞り部の有効所面積SSは、絞り部を音速流で過過する。

- 【0027】また、本発明のガス供給制御装置は、絞り 部を亜音速流で通過する材料ガスの流量Q<sup>\*</sup>が、
- $Q^{*} = KK'' \times SS \times ((P1-P2) \times P2) 1/2 \times (273/T1)^{1/2}$
- (但し、KK"は定数、SSは絞り部の有効断面積、P 1は絞り部の上流圧力、P2は絞り部の下流圧力、T1 は絞り部の上流温度)のベルヌーイの式で近似される、 絞り部の圧力流量特性を利用するものである。
- 【0028】従って、材料ガスが郵音速流にあれば、上流圧力センサで検出される較り部の上流圧力P1と、下流圧力センサで検出される較り部の下流圧力P2と、上流温度センサで検出される較り部の上流温度T1とに基づいて、較り部を亜音速流で通過する材料ガスの流量Qを算出することができる。また、絞り部の上流圧力P1を上流圧力制御バルブで調節するとともに絞り部の下流圧力P2を下流圧力制御バルブで調節することにより、較り部を亜音速流で通過する材料ガスの流量Qを設定値に関つことができる。

【0029】また、固体ソースを昇華させることによって、気体の状態にある固体ソースの材料ガスを発生させることができる場合には、固体ソースから昇華させた料料ガスを、絞り部を介して、(例えば、CVD装置に)供給することができる。そして、上述したように、絞り部を亜音沖流で過過する材料ガスの流量(で事出することができるとともに設定値に保つことができるので、固体ソースから昇華させた材料ガスの供給量を制御することが可能となる。

【0030】尚、本苑明のガス供給制餌整置において 固体ソースから昇華させた材料ガスを気体の状態に維持 するには、高温城圧に保たなければならない場合がある が、このときは、固体ソースから昇華させた材料ガスが 高温であるために、彼り部の上流圧カP1を調節する上 流圧力削御バルブであって、設定素子、ソレノイド、モ ータなどを駆動源とするものについては使用できないお それがあり、また、彼り部の上流圧カP1を検出する上 流圧力センサであって、静電容量型のものについては使 用できないおそれがある。

【0031】そこで、圧縮空気で駆動される上流圧力制

BNSDOCID: <JP\_

郷外小ブを使用するとともに、上流圧力センサとしてビラニ真空計を使用することにより、固体ソースから昇華させた材料ガスが高温であっても、上流圧力制御パルプで絞り部の上流圧力P1を領出することで支険がないようにしている。

[0032]また、本発明のガス供給制飾装置の絞り部は、オリフィス、ノズルなどが使用されるが、特に、材料ガスが音速流で通過する場合には、ノズルのスロート 部の下流に拡大管が組み付けられているものも使用される。

【0033】 すなわち、本発明のガス供給制御装置では、 固体ソースから昇華させた村料ガスを、 絞り部を介して、供給することができるとともに、上流圧力センサで検出される絞り部の上流圧力と、上流温度センサで検出される絞り部の上流流出し、また、絞り部の上流圧力を上流圧力制御バルブで調節することにより、絞り部を通過する材料ガスの流量を製足値に保つことができるので、 固体ソースから昇華させた材料ガスの供給量を制御することが可能となる。

【0034】また、本売明のガス供給制御装置では、較り部を通過する材料ガスの流量を算出する際において、上流圧力制御いいブの全閉時における上流圧力センサの検出結果と上流温度センサの検出結果とに基づいて算出された較り部の有効断面積を使用しているので、現状の飲り部の有効が固積除、数り部の有数とによって減少したりしても、材料ガスの供給量を削削する際において、絞り部の 有效性 有効析面積をとかできる。

【0035】また、本発明のガス供給制博装置では、上 遠圧力センサで検出される校り部の上海圧力と、下流圧 カセンサで検出される校り部の下海圧力と、上流温度セ レサで検出される校り部の上流温度とに基づいて、校り 都を亜音速流で調過する材料がスの流量を算出し、ま た、校り部の上流圧力を上流圧力制御バルブで調節する とともに較り部の下流圧力を下流圧力制御バルブで調節する とととにより、校り部を亜音速流で通過する材料がス の流量を設定値に保つことができるので、絞り部を亜音 遠流で通過する材料ガスの供給量を制御することができ ま

【0036】また、本発明のガス供給制御装置において、絞り部の上流圧力を開始する上流圧力制御バルブが圧縮空気で駆動されるものであるとともに、絞り部の上流圧力を検出する上流圧力やセンサがビラニ真空計である場合には、固体ソースから昇華させた材料ガスが高温で勤苛することや、上流圧力センサで絞り部の上流圧力を検出することに支険がないので、固体ソースから昇華させた材料ガスが高温であっても、上流圧力

とが可能である。

【〇〇37】また、本発明のガス供給制御装置の絞り部は、オリフィス、ノズルなどが使用されるが、特に、ノズルについては、スロート部の下流に拡大管が組み付けられているものであれば、オリフィスやノズルなどと比べ、絞り部の下流圧力に対する終り部の下流圧力が比較的近いり場合でも、スロート部における音波流は維持されるので、材料ガスを音速流で漫過させたいときにおいて、絞り部の圧流虚特性と利用をする際に必要な要件(絞り部の圧流に対した対する音波流に発力を対した対する音波に必要な要件(絞り部の下流圧力に対する故り部の上流圧力の比)を緩和することができる。

【0038】また、本発明のガス供給制飾装置において、材料ガスをCVD装置に供給する場合には、CVD装置に供給される際の材料ガスを高速で移動させることが多く、このときは、材料ガスを音速流や亜音速流で絞り部を通過させるには好適な条件にあることから、上述した効果は大きなものとなる。

## [0039]

BNSDOCID: «IP

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面 を参照して説明する。図1は、半導体製造のウェーハ処 理工程における、CVD装置を使用した薄膜形成のライ ンの一部であって、本実施の形態のガス供給制御装置を 備えたものを示した概略図である。

【0040】CVD装置30は、真空ボンプ31によって、反応室内が残圧状態に依たれるものである。そして、CVD装置30と真空ボンプ31の間には、CVD 装置30の減圧状態を電気信号で制帥する下流圧力制脚弁20と、CVD装置30と真空ボンブ31を遮断する。運筋弁10が設けられている。

【0041】また、CVD装置30には、遮断弁11を介して、ウェーハ表面の溶膜材料を構成する元素からなる1種の材料ガスが供給される。かかる材料ガスは、シリンダ32内において、固体ソース50から昇華させたものであって(ここでは、化学式Ba(C<sub>11</sub>H

19 O2 ) 2 )、その昇華温度は O. 65 k P a で 25 O ℃ のものである。

【0042】そして、図1の半導体製造のウェーハ処理 工程においては、かかる材料ガスを一定量連続してCV 取製置30内に供給することによって、ウェーハ表面に 所図の薄膜を形成させている。そのために、シリング3 2と遺所弁11の間に、絞り部であるオリフィス33、 ピラニ真空計である上流圧力をンサ34、ピラニ真空計 である下流圧力センサ51、上流温度センサ35、圧縮 空気で駆動される上流圧力制御バルブ21などが設けられ、コントローラ40で制御されるガス供給制御装置が 設けられている。

【0043】図2は、かかるガス供給制御装置の一例を、断面図で示したものである。図2で示されたガス供給制御装置は、オリフィス33、上流圧力センサ34、

上流温度センサ35、上流圧力制即バルブ21がユニット化されたものであって、各々を一体にしたものである。上流圧力制即バルブ21は、耐熱用切脂であるロッドバッキン22を除くほか、その内部は全て金属で構成されており、さらに、圧縮空気により駆動されることから、耐熱性能に優れたものである。また、上流圧力センサ34は、1.0×10<sup>11</sup>ー1.0×10<sup>15</sup> Paを測定を通とするビラニ真空計である。また、上流温度センサコ51位、上流圧力センサ34であるビラニ真空計である。また、上流温度センサコ51位、上流圧力センサ34であるビラニ真空計で過度、また、上流温度センサコケンサ51位、1.0×10<sup>11</sup>-1.0×10<sup>11</sup>-1.0×10<sup>12</sup>-1.0×10<sup>12</sup>-1.0×10<sup>13</sup>-1.0×10<sup>14</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup>15</sup>-1.0×10<sup></sup>

【0044】図1に戻り、ここでは、オリフィス33 上流圧力センサ34、上流温度センサ35、上流圧力制 脚パルプ21、コントローラ40をどからなるガス供給 制御装置が、シリンダ32内で固体ソース50から昇華 させた材料ガスをCVD装置30内に速続的に供給し、 その供給量を削削する仕組みについて説明する。

【0045】かかるガス供給制制装置は、オリフィス3 3の上流圧力P1(上流圧力センサ34で検出されるもの)とオリフィス33の下流圧力P2(下流圧力センサ51で検出されるもの)が減圧された状態にあっても、その比P1/P2が一定値(以下「限界値」という)以上にある場合には、オリフィス33を音速流で通過する材料ガスの流量Qが、

 $Q=KK\times SS\times P1\times (273/T1)^{1/2}$ 

(但し、KKは定数、SSはオリフィス33の有効距面 積、T1はオリフィス33の上流温度であって上流温度 センサ35で検出されるもの)のベルヌーイの式で近似 される、オリフィス33の圧力流量特性を利用するもの である。

【0046】これによれば、オリフィス33の上流温度 T1(上流温度センサ35で検出されるもの)が一定で あり、オリフィス33の下流圧力P2(下流圧力センサ 51で検出されるもの)に対するオリフィス33の上流 圧力P1(上流圧力センサ34で検出されるもの)の比 P1/P2が「原界値」以上にあれば、オリフィス33 の下流圧力P2(下流圧力センサ51で検出されるも の)に影響されるとトなく、オリフィス33の)に振行

の)に影響されることなく、オリフィスラコの上が圧力 P1(上流圧力センサ34で検出されるもの)をもっ て、音速流でオリフィス33を通過する材料ガスの流量 Qを制御することができる。

【0047】図3は、図1のCVD装置30を使用した 薄膜形成のラインにおいて、オリフィス33の上流温度 T1(上流温度センサ35で検出されるもの)が常温で 一定にあり、オリフィス33の上流圧力P1(上流圧力 とンサ34で検出されるもの)が3.9kPaの残圧さ れた状態で一定にある場合には、オリフィス33の下流 圧力P2(下流圧力センサ51で供出されるもの)に対 するオリフィス33の上流圧力P1(上流圧力センサ51で展出されるもの)に対 するオリフィス33の上流圧力P1(上流圧力センサ51で展出をかる 4 で検出されるもの)の比P 1/P 2 が約2.8 (「限 界値」に相当するもの)以上にあれば、音速流でオリフ ィス33 (径が約1 mmのもの)を通過する材料がスの 流量Qが、オリフィス33の下流圧力P 2 (下流圧力セ ンサ51で検出されるもの)に影響されることなく、一 字にあることを示した限である。

【0048】尚、図3のデータは、オリフィス33の上 流圧力P1 (上流圧力センサ34で検出されるもの)が 3.9kPaの減圧された状態で取得したものである が、上述した流量Qの算出式を考慮すれば、オリフィス 33の上流圧力P1 (上流圧力センサ34で検出される もの)を大きく上下にシフトさせた場合でも、この傾向

が変わることはない。

【0049】また、図3のデータは、オリフィス33の 上流温度T1(上流温度センサ35で検出されるもの) が常温にある下で取得したものであるが、上述した流量 Qの算出式を考慮すれば、オリフィス33の上流温度 1(上流温度センサ35で検出されるもの)が固体ソー ス0の昇華温度以上の高温である場合でも、この傾向 が変わることはない。

【0050】よって、オリフィス33の上流温度T1 (上流温度センサ35で検出されるもの)が一定にあ

、上流圧力制脚弁21でオリフィス33の上流圧力 り、上流圧力制脚弁21でオリフィス33の上流圧力 り1(上流圧力センサ34で検出される6の)を一定に調 節した場合には、オリフィス33の下流圧力P2(下流 圧力センサ51で検出される6の)に対するオリフィス 33の上流圧力P1(上流圧力センサ34で検出される 6の)の比P1/P2が「限界値」以上にあることが確 保されていれば、オリフィス33の下流圧力P2(下流 圧力センサ51で検出される6の)がCVD装置30な どの影響を受けて変動しても、音速流でオリフィス33 連過者る材料ガスの流量Qは、常に一定となる。

【0051】また、図4は、図1のCVD装置30を使用した薄膜形成のラインにおいて、オリフィス33の上流温度T1(上流温度とンす35で検出されるもの)が一定である場合には、音速流でオリフィス33(径が約1mmのもの)を通過する村村ガスの流量Qは、オリフィス33の上流圧力P1(上流圧力センサ34で検出されるもの)に対して直線性があることを示した図であ

【0052】尚、図4のデータは、オリフィス33の上 流温度T1(上流温度センサ35で検出されるもの)が 常温にある下で取得したものであるが、上速した流量の の算出式を考慮すれば、オリフィス33の上流温度T1 (上流温度センサ35で検出されるもの)が簡体ソース 50の昇華温度以上の高温である場合でも、この傾向が 変わることはない。

【0053】よって、オリフィス33の上流温度T1 (上流温度センサ35で検出されるもの)が一定にある 場合には、オリフィス33の下流圧カP2(下流圧カセ ンサ51で検出されるもの)がCVD装置30などの影響を受けて変動しても、音速流でオリフィス33を通過する材料ガスの流量Qを、上流圧力制御弁21で調節されるオリフィス33の上流圧力P1(上流圧力センサ34で検出されるもの)で制御することができる。

【0054】以上より、固体ソース50から昇草させた 材料ガスの気体の状態を維持するために、ヒータなどで 図1の加熱範囲60を加熱して、オリフィス33の上流 温度工1(上流温度センサ35で検出されるもの)を昇 華温度以上の高温に維持した場合でも、オリフィス33の下流圧力P2(下流圧力とサ51で検出されるもの)に対するオリフィス33の上流圧力P1(上流温度センサ34で検出されるもの)の比P1/P2が「限定値」以上に確保されていれば、音速流でオリフィス33を通過する材料ガスの流流では、上流圧力制即弁21で調節されるオリフィス33の上流圧力P1をもって制即することができる。

圧力センサ51で検出されるもの)に対するオリフィス3の上流圧力P1(上流圧力センサ34で検出されるもの)の比P1/P2の「限界値」が、オリフィス33の上流温度「1(上流温度センサ35で検出されるもの)に伴い多少変動する。従って、音速流でオリフィス3を通過する材料ガスの流量Qを、上流圧力制御弁2間節されるオリフィス33の上流圧力ドきもって制御する際には、この点についても考慮される。

【0056】次に、オリフィス33、上流圧力センサ34、上流温度センサ35、上流圧力制御がルブ21、コントローラ40をどからなるがス供給制整護で、シリンダ32内で固体ソース50から昇華させた材料ガスをCVD装置30内に連続的に供給し、その供給量を制御する動作手順について説明する。

【0057】先考、図1の加熱範囲をヒータで加熱し、 リング32内については250でにする。その一方 で、遮断弁11、12、13を閉じ、遮断弁14、15 と上遠圧力制酵弁21を開けた状態で、オリフィス33 と遮断弁11の間を起点とするベントラインの真空ポンプ (図示しない)を起動させて、シリング32内を固体 ソース50の触和蒸気圧(ここでは、250でで0.6 5kPa)以下に減圧する。そして、シリング32内の 圧力POが固体ソース50の触和蒸気圧以下になったことを、上流圧力センサ36を介して第1比較回路41で 機制的関始信号を発信すると、第1比較回路41で 機制的開始信号を発信する。

【0058】制御回路42が制御開始信号を受信すると、遮断弁13が開けられ、同時に、レギュレータ39 時間大・アルゴンなどのキャリアガスをマスフローコントローラ37を介して一定量連続して供給する。この とき、第1演算回路43は、上流圧力センサ34が検出 したオリフィス33の上流圧升91と、上流温度センサ 35が検出したオリフィス33の上流温度T1を、上述 した流量のの算出式にあてはめて、音速流でオリフィス 33を温過する材料ガスの流量Qを算出し、その算出値 を制御回路42対して発信する。

【0059】尚、制御回路42に発信される算出値には、キャリアガスの流量も含まれている。そこで、マスフローコントルーラ37を作してキャリアガスの赤が上流圧力制御弁21に開始されて、場合において、かかる上流圧力制御弁21で調節されるオリフィス33の上流圧力ト10位上力特性を予め取得しておく。そして、かかる圧力特性からキャリアガスの分圧を求めることによって、キャリアガスの流量を把握し、その分を差し引くことによって、かかる算出値からキャリアガスの消量を排除する。といて、かかる算出値からキャリアガスの流量を排除する。というであれる。

【0060】制即回路42では、受信した算出値が設定値に近づくように、上流圧力制御弁21でオリフィス3 3の上流圧力り1を到前する。それには、電空レギュレータ38に制即は号を発信して、上流圧力制即弁21の 駅動源である圧縮至気の快機を表調節することによって行う。その後、制御回路42は、受信した算出値が安定し設定値と一致するようになったら、ベントラインの適断弁15を開けるととして、CVD装置のと通じる減断弁11を開けるとともに、CVD装置のと通じる減断弁15を用けるとでは、CVD装置のと通じる減速がある。

る。 【 0061】また、オリフィス33、上流圧力センサ3 4、上流温度センサ35、上流圧力制制ルルブ21、コ ントローラ40などからなるガス供給制御装置は、現状 のオリフィス33の有効師面積58を算出することもで さる。それには、上流圧力制御弁21を閉じた際において、上流圧力制御弁21からオリフィス33までの容積 の圧力が、PHからPLまでに降下するのに要する時間 たびいて、t=KK '× (V/SS) × In (PH/ PL) × (273/T) )1/2 (但し、KK 'は定数、V は上流圧力制御弁21からオリフィス33までの容積、 SSはオリフィス33の有効断面積、Tは前記Vの過 度)で近似されることを利用する。尚、上流圧力制物弁 21からオリフィス33までの容積、V にかけなることを利用する。尚、上流圧力制物弁 21からオリフィス33までの容積、V は上流圧力制御弁21からオリフィス33までの容積、 は、1かとサ34で検出することができる。また、温度T

13、上の価値とフィックを保証のことがにさる。 10062]そして、定期点的時などにおいて、遮断弁 11、13、14を閉じ、遮断弁12、15と上流圧力 制制弁21を開けた状態で、ベントラインの真空ボンプ (図示しない)を起動させ、マスフローコントローラ3 7を介してキャリアガスのみを一定量流し続ける。その 後、上流圧力制御弁21を用じ、上流圧力がPHからPLま でに降下するのに要する時間と、上流圧力かりサイン を介して取得する。同時に、上流圧力がPHからPLま を介して取得する。同時に、上流圧力サ34 を介して取得する。同時に、上流圧力がPHからPLま リフィス33までの容積Vの温度Tを、上流温度センサ 35で検出する。

【0063】そして、第2濱萬回路44において、上流 圧力制脚弁21からオリフィス33までの容積V、圧力 PH、PL、容積Vの圧力がPHからPLまでに降下す るのに要する時間も、前記容積Vの温度下を、上述した たの算出式に代入することにより、オリフィス33の有 対断面積85を算出する。このように、気出されたオリ フィス33の有効断面積SSは現状のもの(正確には、 定期点検時のもの)であり、第1濱貫回路43に送信さ 北、その後において、上述した材料才スの造量への容出 式のオリフィス33の有効断面積SSとして使用され

【0064】また、上述したもの糞出式を利用することによって、オリフィス33が交換する程に劣化したことを外部に知らせることができる。ここでは、オリフィス33が相対ガスによって目論まりが起きやすい場合において、その動作手順について説明する。先ず、オリフィス33に目詰まりがない場合(材料ガスを実際に通過させる前の状態)において、遮断弁11、13、14を閉じ、遮断弁12、15と上流圧力制師弁21を開けた状態で、ベントラインの裏空ボンア(図示しない)を起激させ、マスフローコントローラ37を介してキャリアガスのみを一定量流し続ける。そして、上流圧力制師弁21を開けた後に、上流圧力制師弁23までの容積Vの圧力がPHからPLまでに降下するのに要する時間も0を、上流圧力センサ34を介して予め取得しておく

【0065】さんに、定規成制時などにおいて、同様にして、遮断弁11、13、14を閉じ、遮断弁12、15と上流圧力削脚弁21を開けた状態で、ベントラインの真空ボンブ(図示しない)を起動させ、マスフローコントローラ37を介してキャリアガスのみを一定量流し続ける。そして、上流圧力制即弁21を閉じた後に、上流圧力制即弁21からおりとはでに停下するのに要する時間をを、上流圧力センサ34を介して取得し、オリフィス33に目詰まりがない場合の時間16と第2比較回路45で比較する。

(0066) その結果、上流圧力制御井21からオリフィス33までの容情Vの圧力がPHからPLまでに降下するのに要する時間もが、オリフィス33の目詰まりがない場合の時間も0より許容差を越えて長くなる場合には、第2比較回路45はアラーム信号を発信し、オリフィス33が交換する程に目譲まりしたことを外部に知らせる。尚、許容差は、いわゆる測定誤差に設定してもよいし、かかる測定誤差より大きめに設定してもよい。(0067) 一方、上流圧力制御井21からオリフィス33までの容積Vの圧力がPHからPLまでに降下するのに要する時間もが、オリフィス33の目詰まりがない

場合の時間も0より許容差を越えずに長くなる場合に は、オリフィス33の目詰まりが許容範囲内なので、第 2比較回路45はアラーム信号を発信することはない。 尚、この場合は、オリフィス33が交換する程に目詰ま りしたものではないので、上述した現状のオリフィス3 3の有効師面積SSが算出されることとなる。

【0068】尚、図1でその概略が示されたラインについては、定常時において、オリフィス33を通過する材料がスが音速流であることが十分に確保され、また、オリフィス33の下流圧力P2(下流圧力センサ51で検出されるもの)に対するオリフィス33の上流圧力P1(上流圧力センサ34で検出されるもの)の肚P1/P2が「限界値」より十分に大きくなるように確保され、さらに、シリンダ32内の圧力P0が固体ソース50の絶知蒸気圧より十分に低くなるように確保されることを考慮して、設計されている。

【0069】以上詳細に説明したように、本実施の形態 のガス供給制帥装置は、オリフィス33の下流圧力P2 に対するオリフィス33の上流圧力P1の比P1/P2 が「限界値」以上の場合に、オリフィス33を音速流で 通過する材料がスの流量色が、

 $Q = KK \times SS \times P1 \times (273/T1)^{1/2}$ 

(但し、KKは定数、SSはオリフィス33の有効断面 精、T1はオリフィス33の上流温度)のベルヌーイの 式で近似される、オリフィス33の圧力流量特性を利用 するものである。

【0070】 従って、村料ガスが音速流にあり、オリフィス3の下流圧力P2に対するオリフィス3の下流圧力P2に対するオリフィス3の上流圧力P1の比P1/P2が「限界値」以上にあれば、上流圧力センサ34で検出されるオリフィス33の上流圧力P1と、上流温度センサ35で検出されるオリフィス33を音速流で通過する材料ガスの流量を写出することができる。また、オリフィス33を音速流で通過かるとができる。また、オリフィス33を音速流で通過することができる。また、オリフィス33を音速流で通過することにより、オリフィス33を音速流で通過することができる。

【0071】そして、国体ソース50を昇華させることによって、気体の状態にある固体ソース50の材料ガスを発生させることができる。よって、固体ソース50から昇華させた材料ガスを、オリフィス33を介して、CVD装置30に供給することができる。そして、上述したように、オリフィス33を育査液で通過する材料ガスの流量Qを算出することができるとともに設定値に保つことができるので、固体ソース50から昇華させた材料ガスの供為是を削貯することが可能となる

【0072】また、本実施の形態のガス供給制御装置は、上流圧力制御弁21を全開にした場合に、上流圧力制御弁21からオリフィス33までの容積Vの圧力が、 PHからPLまでに降下するのに要する時間もについ

BNSDOCID: <JP\_\_\_

τ, t=KK'×(V/SS)×In(PH/PL)×(2 73/T)<sup>1/2</sup>

(但し、KK は定数、SSはオリフィス33の有効断 面積、Tは前記Vの温度)で近似される、オリフィス3 3の圧力降下特件を利用するものでもある。

【0073】 使って、上流圧力制御弁21からオリフィス33までの容積Vと、圧力PH、PLと、上流圧力制御弁21を全開にした場合に、上流圧力センサ34で検出される前記Vの圧力PH、PLに基づいて計測されて計測される前記Vの温度下とで大いすることにより、現状のオリフィス3の有効が画数58を第出することができる。そして、このように算出された現状のオリフィス3の有効断面積58は、オリフィス33を音速流で通過する材料ガスの流量 Qを算出する際に使用される。

【0074】尚、本実施の形態のガス供給制御装置においては、固体ソース50から昇輩させた材料ガスを気体の状態に維持しているので、高温級圧(例えば、化学式 Ba(C<sub>11</sub>H<sub>19</sub>C<sub>2</sub>)₂の固定ソース50については、

0.65k Pa以下で250で以上)に保たなければならない場合があるが、このときは、固体ソース50から 昇華させた材料ガスが高速であるために、オリフィス3 3の上流圧力P1を調節する上流圧力制御パルプ21で あって、超重素子、ソレノイド、モークなどを駆動源と するものについては使用できないおそれがあり、また、 オリフィス33の上流圧力P1を検出する上流圧力セン サ34であって、影電容量型のものについては使用でき ないおそれがある。

【0075】そこで、圧縮空気で駆動される上流圧力制 御り処プ21を使用するとともに、上流圧力センサ34 としてビラニ真空計を使用することにより、固体ソース 50から昇華させた材料がスが高温であっても、上流圧 力制御り心プ21でオリフィス33の上流圧力P1を調 節することや、上流圧力センサ34でオリフィス33の 上流圧力P1を検出することに支降がないようにしている。

【0076】すなわち、本実施のガス供給制御装置では、固体ソース50から昇華させた材料ガスを、オリフス33を介して、供給することができるとともに、上流圧力センサ34で検出されるオリフィス33の上流圧力と、上流温度センサ34で検出されるオリフィス33の上流度下1とに基づいて、オリフィス33を通台する材料ガスの流量Qを算出し、また、オリフィス3の上流圧力P1を上流圧力削御パレブ21で調節することにより、オリフィス33を通過する材料ガスの流量Qを設定値に保つことができるので、固体ソース50から昇華させた材料ガスの供給量を制御することが可能となる。

【0077】また、本実施の形態のガス供給制御装置では、オリフィス33を音迷流で通過する材料がスの流量 Qを算出する際において、上流圧力制制バルブ21の金 門時における上流圧力センサ34の機出結果と上流温度マス33の有効断面積85を使用しているので、現状のオリフィス33の有効断面積85が、オリフィス33の肩動するをどによって増加したり、オリフィス33の目詰まりなどによって増加したり、オリフィス33の目詰まりなどによって増加したり、オリフィス35の目詰まりなどによって増加したり、オリフィス35の目詰まりなどによって増加したり、オリフィス35の有効断面積85の変化を捕うことができる。

【0078】また、本実施の形態のガス供給制御装置では、上流圧力制御バルブ21の全閉時において、上流圧 カトセンサ34の検出結果を作して取得される、上流圧力 制御バルブ21からオリフィス33までの容積Vの圧力 がPHからPLまでに降下するのに要する時間もを、オ リフィス33に目詰まりがない場合(例えば、材料ガス を実際に通過させる前の水隙)の時間も0と比較することによって、現状のオリフィス33の目詰まりの程度を 程度することができるので、オリフィス33が突換する 程に劣化したことを外都に知らせることができる。

【0079】また、本実施の形態のガス供給制御装置においては、オリフィス33の上流圧カP1を調節する上流圧力が10%である。 流圧力制御パルプ21が圧縮空気で駆動力12を調節する上流圧力かりまります。 るとともに、オリフィス33の上流圧力P1を検出する 上流圧力センサ34がピラニ菓空計であり、間体ソース 50から昇草させた材料ガスが高温であっても、上流圧 力制御パルプ21でオリフィス33の上流圧力P1を調 節することや、上流圧力とサ34でオリフィス33の 上流圧力P1を検出することに支障がないので、固体ソース50から昇華させた材料ガスが高温であっても、そ の供給量を制御することが可能である。そ

【0080】また、本実施の形態のガス供給制御誌置に おいては、材料ガスをCVD装置30に供給しており、 このときは、CVD装置30に供給される際の材料ガス を高速で移動させることが多く、材料ガスを音速流でオ リフィス33を通過させるには対応な条件にあることか 6、上述した効果は大きなものとなる。

【0081】尚、本発明は上記実施の形態に限定される ことなく、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

【0082】例えば、上記実施の形態のガス供給制御装 置では、オリフィス33を音速流で通過する材料ガスの 供給量を制飾するものであったが、オリフィス33を亜 音速流で通過する材料ガスの供給量を制御させることも できる。それには、オリフィス33を亜音速流で通過す る材料ガスの流量Q が、

 $Q^{T} = KK'' \times SS \times ((P1-P2) \times P2)^{1/2} \times (273 \times T1)^{1/2}$ 

(但し、KK"は定数、SSはオリフィス33の有効断

面積、P1はオリフィス33の上流圧力であって上流圧 カセンサ34で検出されるもの、P2はオリフィス33 の下流圧力であって下流圧力センサ51で検出されるもの、T1はオリフィス33の上流温度であって上流温度 センサ35で検出されるもの)のベルヌーイの式で近似 される、オリフィス33の圧力流星特性を利用する。

【0083】従って、材料ガスが亜音速流にあれば、上 流圧力センサ34で検出されるオリフィス33の上流圧 カP1と、下流圧力センサ51で検出されるオリフィス 33の下流圧力P2と、上流温度センサ35で検出され るオリフィス33の上流温度T1とに基づいて、オリフ ィス33を亜音速流で通過する材料ガスの流量Q \* を算 出することができる。また、オリフィス33の上流圧力 P1を上流圧力制御バルブ21で調節するとともにオリ フィス33の下流圧力P2を下流圧力制御バルブ20で 調節することにより、オリフィス33を亜音速流で涌過 する材料ガスの流量Q \* を設定値に保つことができる。 【0084】これより、上流圧カセンサ34で検出され るオリフィス33の上流圧力P1と、下流圧力センサ5 1で検出されるオリフィス33の下流圧力P2と、上流 温度センサ35で検出されるオリフィス33の上流温度 T1とに基づいて、オリフィス33を亜音速流で通過す る材料ガスの流量Q. を算出し、また、オリフィス33 の上流圧力P1を上流圧力制御バルブ21で調節すると ともにオリフィス33の下流圧力P2を下流圧力制御バ ルブ20で調節することにより、オリフィス33を亜音 速流で通過する材料ガスの流量Q を設定値に保つこと ができるので、オリフィス33を亜音速流で通過する材 料ガスの供給量を制御することができる。

料ガスの供給量を削削することができる。 (0085) さらに、オリフィス33を亜音速流で通過 する材料ガスの供給量を制削する際において、固体ソー ス50から昇華させた材料ガスの供給量を制御したり、 オリフィス33が交換する程に劣化したことを外部に知ら せたり、固体ソース50から昇華させた材料ガスが高温 であっても、その供給量を制御することが可能となる。 (0086) また、上記実施の形態のガス供給制御装置 においては、材料ガスをCVD装置30に供給してお り、このときは、CVD装置30に供給も人名 が、CVD装置3には好適な条件にある ことから、上述した効果は大きなものとなる。

【0087】また、上記実施の形態においては、シリンダ32内をヒータで250でで一定にすることにより、オリフィス33の上流温度71を一定にしており、固体ソース50から昇華させた村村ガスの供給量を制御する際において、オリフィス33の上流温度71を損作の対象からりしているが、ヒータなどでオリフィス33の上流温度71を調節することによっても、固体ソース50から昇華させた材料ガスの供給量を制御してもよい。

【0088】また、上記実施の形態のガス供給制御装置では、オリフィス33が相科ガスによって目詰まりが起きやすい場合において、オリフィス33が突換する程に劣化したことを外部に知らせる動作手順について説明しているが、オリフィス33が探射ガスによって腐食が起きやすい場合においても、オリフィス33が交換する程に劣化したことを外部に知らせることができる。

【0089】このときは、上流圧力制御弁21からオリフィス33までの容積Vの圧力がPHからPLまでに降下するのに要する時間もが、オリフィス33の腐食がない場合(材料ガスを実際に適適させる前の状態)の時間も0より許容差を超えて短くなる場合には、第2比較回路45はアラーム信号を発信し、カリフィス33が交換する程に腐食したことを外部に知らせる。

【0090】一方、上流圧力制御#21からオリフィス 33までの容積Vの圧力がPHからPLまでに降下する のに要する時間もが、オリフィス33の腐食がない場合 の時間も0より許容差を想えずに担くなる場合には、オ リフィス33の腐食が許容範囲がなので、第2比較回路 45はアラーム信号を発信することはない。

【0091】尚、この場合は、オリフィス33が交換する程に腐食したものではないので、上述した現状のオリフィス33の有効所面積S5が貨出されることとなる。 従って、現状のオリフィス33の有効所面積S5が、オリフィス33の需食がどによって増加したりしても、オリフィス33を普速流で通過する材料がスの流量Qや、オリフィス33を垂音速流で通過する材料がスの流量Qで、変貨出る系統において、補うことができる。

【0092】また、上記実施の形態のガス供給制御装置では、絞り部として、オリフィス33を使用しているが、ノズルなどを使用してもよい。

【0093】特に、ノズルのスロート部の下流に拡大管が組み付けられているものについては、オリフィス33や通常のノズルなどと比べ、終り部の下流圧力P2に対する終り部の上流圧力P1の比P1/P2が低吹い(絞り部の上流圧力P1を取り部の下流圧力P2が比較的近い)場合でも、スロート部における音速流は維持されるので、材料ガスを音速流で通過させたいときにおいて、絞り部の圧力流量特性を利用をする際に必要な要件(絞り部の下流圧力P2に対する終り部の上流圧力P1の比P1/P2)を緩和することができる。

【0094】また、上記実施の形態においては、固体ソース50から昇華させた材料がなた、半導体製造装置の一部であるCVD装置30に対して供給しているが、半導体製造装置の一部であって、その他の装置に対して供給してもよい。また、半導体製造装置以外の装置に対して供給してもよい。また、半導体製造装置以外の装置に対して供給してもよい。

【0095】また、上記実施の形態においては、下流圧 カセンサ51としてビラニ真空計を使用しているが、オ リフィス33から離れたところで下流圧力P2を検出す

BNSDOCID: <JP\_\_\_

ることによって、固体ソース50から昇華させた材料が スの温度の影響を受けることがないならば、下流圧力センサ51はビラニ真空計に限る必要はない。

【0096】また、上記実施の形態においては、下流圧 力制御バルブ20として電気信号で駆動されるものを使 用しているが、オリフィス33から近いところで下流圧 カP2を制御することによって、固体ソース50から昇 華させた材料ガスの温度の影響を受けるならば、下流圧 力制御バルブ20は圧縮空気で駆動されるものを使用す る必要がある。

[0097]

【発明の効果】本発明のが、供給制御装置では、固体ソースから昇華させた材料がスを、叙り部を介して、供給することができるとともに、上流圧力センサで検出される絞り部の上流温度とに基づいて、終り部を過過する材料がスの流量を算出し、また、絞り部の上流圧力を上流圧力制御いいで調節することにより、絞り部を通過する材料が対の流量を設定値に保つことができるので、固体ソースから昇華させた材料がスの供給量を制御することが可能となる。

【0098】また、本売明のがス供給制御装置では、絞り部を通過する材料がスクの流量を選出する際において、上流圧力制御バルブの全閉時における上流圧たせため 検出結果と上流温度センサの検出結果とに基づいて算出された収り部の有効師面積を使用しているので、現状の 校り部の有効が面積が、変け部の有効が面積が、変けの形合などによって対したり、終り部の間は発生とによって減少したりしても、材料がスの供給量を削削する際において、絞り部の 有効断面積の変化を揃うことができる。

【0099】また、本部別のガス供給制御装置では、上流圧力とンサで検出される終り部の上流圧力と、下流圧力とサイ検出される終り部の上流圧力と、下流圧力とサイ検出される終り部の上流温度とに基づいて、終り部を亜音速流で過過する材料が入の流量を算出し、また、終り部の上流圧力を上流圧力制御いルプで調節するとともに終り部の下流圧力を下流圧力制御いルプで調節するとともに終り部の下流圧力を下流圧力制御いルプで調節する人と共立が、終り部を亜音速流で過過する材料が入の流量を設定値に保つことができるので、終り部を亜音速流で過過する材料が入の流量を設定値に保つことができるので、終り部を亜音速流で過過する材料が入の供給量を制御することができる。

【0100】また、本発明のガス供給制能装置において、絞り部の上流圧力を調節する上流圧力制御バルブが圧縮空気で駆動されるものであるとともに、絞り部の上流圧力を検出する上流圧力ルンサがビラニ真空計である場合には、固体ソースから昇華させた材料ガスが高温であっても、上流圧力制御バルブで絞り部の上流圧力を検出することに支険がないので、固体ソースから昇華させた材料ガスが高温であっても、その供給量を制御することに支険がないので、固体ソースから昇華させた材料ガスが高温であっても、その供給量を制御することに支険がないので、固体ソースから昇華させた材料ガスが高温であっても、その供給量を制御すると

## とが可能である。

【0101】また、本発明のガス供給制御装置の級り部は、オリフィス、ノスルなどが使用されるが、特に、ノズルについては、スロート部の下流に拡大管が組み付けられているものであれば、オリフィスやノズルなどと比べ、絞り部の下流圧力に対する絞り部の上流圧力の比が低い(絞り部の上流に力を収り部の下流圧力が比較的近い)場合でも、スロート部における音速流は維持されるので、材料ガスを音速流で通過させたいときにおいて、絞り部の圧流量付性を利用をする際に必要な要件(絞り部の下流圧力に対する絞り部の上流圧力の比)を緩和することができる。

【0102】また、本発明のガス供給制酵装置において、材料ガスをCVD装置に供給する場合には、CVD 装置に供給される際の材料ガスを高速で移動させること が多く、このときは、材料ガスを音速液や亜音速流で絞 り部を通過させるには籽道な条件にあることから、上述 トが発出すみないのとなる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】半導体製造のウェーハ処理工程における、CV D装置を使用した薄膜形成のラインの一部であって、本 実施の形態のガス供給制御装置を備えたものを示した概 略図である。

# 【図2】ガス供給制御装置の一例を示した断面図であ

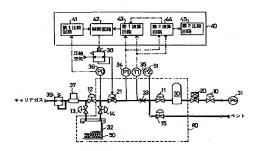
【図3】オリフィスの下流圧力に対するオリフィスの上 流圧力の比が「限界値」以上にあれば、音速流でオリフィスを コスを通過する材料ガスの流量は、オリフィスの下流圧 力に影響されることなく、一定にあることを示した図で ある。

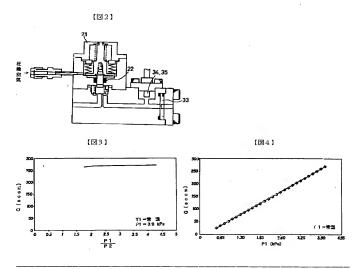
【図4】音速流でオリフィスを通過する材料ガスの流量 は、オリフィスの上流圧力に対して直線性があることを 示した図である。

#### 【符号の説明】

- 20 下流圧力制御バルブ
- 21 上流圧力制御バルブ
- 30 CVD装置
- 33 オリフィス
- 34 上流圧力センサ
- 35 上流温度センサ
- 50 固体ソース
- 51 下流圧力センサ
- P1 オリフィスの上流圧力
- P2 オリフィスの下流圧力 T1 オリフィスの上流温度

【図1】





#### フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 稔 東京都千代田区内神田3丁目6番3号 シ ーケーディ株式会社シーケーディ第二ビル 内

(72)発明者 奥村 勝弥 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番 株式 会社東芝横浜事業所内 (72) 発明者 江口 和弘 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番 株式

神奈川県横浜巾磯子区新杉田町8番 株式 会社東芝横浜事業所内

Fターム(参考) 4G068 DA04 DB06 DB30 DC04 DC06 4K030 CA04 CA12 EA01 JA05 KA39 KA45 LA15

5F045 AA06 EC07 EE02 EE04 EE12 EE17 GB05 GB06 GB17 5H307 AA20 BB01 DD08 EE02 EE08

EE12 EE36 ES06 FF12 FF15 GG03 GG11 HH04 JJ01

GG03 GG11 HH04 JJ01